

# Best Available Copy

**Multiphase motor with winding consisting of one or several motor modules formed by number of coil groups, which consist of several coils arranged next to each other**

**Patent number:** DE10049883  
**Publication date:** 2002-04-25  
**Inventor:** NAUNDORF FRANK (DE)  
**Applicant:** BOB BOBOLOSKI GMBH (DE)  
**Classification:**  
- international: H02K3/18; H02K1/14; H02K29/00; H02K17/00  
- european: H02K29/03  
**Application number:** DE20001049883 20001010  
**Priority number(s):** DE20001049883 20001010

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE10049883**

The motor includes a motor module formed by a number of coil groups according to the phase number of the winding. The coil groups are arranged next to each other and do not overlap. Several coils of a phase arranged next to each other, which do not overlap form a coil group. The winding of the motor consists of one or several motor modules, which can be connected to each other.

---

Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 100 49 883 A 1

⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 K 3/18**  
H 02 K 1/14  
H 02 K 29/00  
H 02 K 17/00

⑯ Aktenzeichen: 100 49 883.3  
⑯ Anmeldetag: 10. 10. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 25. 4. 2002

DE 100 49 883 A 1

⑯ Anmelder:  
Bob Boboloski GmbH, 79585 Steinen, DE

⑯ Erfinder:  
Naundorf, Frank, 79585 Steinen, DE

⑯ Entgegenhaltungen:

DE 42 16 938 A1  
DE 34 14 312 A1  
DE 29 33 450 A1  
EP 10 56 187 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Mehrphasenmotoren mit Wicklungen ohne Spulenüberlappung

⑯ Ziel der vorliegenden Erfindung ist, eine Magnetkreisgeometrie und damit eine Wicklungsanordnung für Drehstromsynchro- und Asynchronmotoren (eisenbehaftet oder eisenlos) zu finden, geeignet für den Einsatz nichtüberlappender Spulen bei Mehrphasenwicklungen und mit geringer magnetischer Rastung bei eisenbehafteter Wicklung. Die induzierte Spannung dieser Motoren soll weitestgehend sinusförmig sein. Diese Magnetkreisgeometrie kommt bei der Realisierung von Linearmotoren und rotatorischen Motoren zur Anwendung.

Erfahrungsgemäß werden die Spulen bei eisenbehafteten oder eisenlosen Wicklungen in Primärteilen so gestaltet, daß mehrere Spulen einer Phase nacheinander und nicht überlappend als Spulengruppe einer Phase angeordnet werden. Die Spulengruppen der weiteren Phasen sind dazu um jeweils  $360^\circ$  dividiert durch die Phasenzahl elektrisch versetzt und bilden gemeinsam mit der Spulengruppe der ersten Phase ein Motormodul, mit dem Modulverhältnis Gesamtpolzahl ( $p$ ) zu Gesamtspulenzahl ( $Z$ ) von  $p = Z + 1$ . Der Motor (linear oder rotatorisch, synchron oder asynchron) kann erfahrungsgemäß aus einem oder mehreren hintereinander gereihten Modulen aufgebaut werden, wobei die einzelnen Module konstruktiv direkt verbunden sein können.

DE 100 49 883 A 1

## Beschreibung

[0001] Im Allgemeinen werden heute permanenterregte Drehstromsynchrongmotoren und auch Asynchronkurzschlussläufermotoren sowohl als Linearmotoren als auch als rotatorische Motoren mit Wicklungen ausgeführt, bei der sich Spulen verschiedener Motorphasen überlappen.

[0002] Diese Wicklungen sind schwer herstellbar und haben einen Wickelkopf, der den mehrfachen Spulenquerschnitt aufweist.

[0003] Ziel der Erfindung ist es, eine Magnetkreisgeometrie und damit eine Wicklungsanordnung für permanenterregte Drehstromsynchrongmotoren und Asynchronkurzschlussläufermotoren (eisenbehaftet oder eisenlos) zu finden, die die Verwendung nicht überlappender Spulen bei Mehrphasenwicklungen erlaubt sowie eine weitestgehende Sinusform der induzierten Spannung und bei eisenbehafteter Wicklung eine möglichst geringe magnetische Rastung (Cogging) aufweist. Diese Magnetkreisgeometrie soll besonders bei der Realisierung von eisenbehafteten und eisenlosen Linearmotoren und vielpoligen rotatorischen Motoren (z. B. Torquemotoren) zur Anwendung kommen.

[0004] Erfindungsgemäß werden die Spulen bei eisenbehafteten oder eisenlosen Wicklungen in den Primärteilen so gestaltet, daß mehrere Spulen einer Phase nacheinander und nicht überlappend als Spulengruppe einer Phase angeordnet werden. Die Spulengruppen der weiteren Phasen sind dazu um jeweils  $360^\circ$  versetzt (z. B. bei einer dreiphasigen Wicklung um  $120^\circ$ ), und bilden gemeinsam mit der Spulengruppe der ersten Phase ein Motormodul.

[0005] Zum Erreichen von gleichmäßigen Spulenabständen bei eisenbehafteten oder eisenlosen Wicklungen in Primärteilen werden die sich ergebenden Teilungen innerhalb der einzelnen Spulengruppen der Phasen erfindungsgemäß gedehnt. Diese Maßnahme verbessert die Sinusform der induzierten Spannung.

[0006] Bei eisenbehafteten Primärteilen reduziert die gleichmäßige Spulenaufteilung auch die magnetische Rastung zwischen Induktorkamm und den Magneten.

[0007] Der Magnetkreis ist erfindungsgemäß bei eisenbehafteten Primärteilen so gestaltet, daß jeder Zahn des Induktorkammes eine Spule aufnimmt. Die Zahnlängen des Induktorkammes sind vorzugsweise parallel ausgeführt, welches den Spuleneinbau entscheidend erleichtert.

[0008] Der Motor (linear oder rotatorisch, synchron oder asynchron) kann erfindungsgemäß aus einem oder mehreren hintereinander gereihten Modulen aufgebaut werden, wobei die einzelnen Module konstruktiv direkt verbunden sein können.

[0009] Eine besonders günstige Lösung ergibt sich z. B. bei einem eisenbehafteten dreiphasigen Primärteil für einen permanentmagneterregten Motor, wenn die einzelnen Spulengruppen einer Phase aus je drei Spulen gebildet werden und damit das Primärteil des Motormoduls aus insgesamt 9 Spulen besteht, die auf 9 Zähnen des Induktorkammes angeordnet sind, welches 10 Permanentmagnete des Sekundärteiles überdeckt. Die magnetische Rastung dieses Motors ist sehr gering, da innerhalb des Motormoduls alle Zähne des Induktorkammes unterschiedliche Raststellen aufweisen. Die induzierte Spannung ist praktisch sinusförmig.

[0010] Um die vorgenannten Charakteristiken des Magnetkreises bzw. der Wicklung zu erreichen, sind bei der Gestaltung eines Motormoduls folgende Bedingungen einzuhalten:

1. Die Anzahl der vom Motormodul überdeckten Pole des Sekundärteils ist nicht durch die Phasenzahl ganz-

zahlig teilbar und um 1 größer als die Anzahl der Spulen im Primärteil. Da zum Erreichen guter Motoreigenschaften minimal zwei Spulen je Phase angeordnet werden müssen und die Gesamtzahl der Spulen im Motormodul ganzzahlig durch die Phasenzahl (m) teilbar sein muß, ist die vom Motormodul zu überdeckende Polanzahl (p) des Sekundärteiles durch die Beziehung  $p = 1 + n \cdot m$  bestimmt, wobei n eine ganze natürliche Zahl  $\geq 2$  ist.

2. Um Motormodule lückenlos aneinanderreihen zu können, muß die Anzahl der vom Modul überdeckten Pole geradzahlig sein. Für nur aus einem Modul bestehende Linearmotoren muß diese Bedingung nicht eingehalten werden.

3. Der mittige Abstand zwischen den Spulengruppen zweier Phasen beträgt genau  $1/m$  des elektrischen Winkels der vom Primärteil des Moduls überdeckten Pole, der mittige Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Spulen ist gleich.

[0011] Die vorgenannten Prinzipien werden an Hand der beiliegenden Zeichnungen von eisenbehafteten permanenten Motoren näher erläutert:

[0012] Fig. 1 Prinzipdarstellung eines trivialen Linearmotors mit 4 Magneten und 3 Spulen.

[0013] Fig. 2 Prinzipdarstellung eines nicht erfindungsgemäß ausgeführten Linearmotors mit 8 Magneten und 6 Spulen.

[0014] Fig. 3 Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäß ausgeführten Linearmotors mit 7 Magneten und 6 Spulen.

[0015] Fig. 4 Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäß ausgeführten Linearmotors mit 10 Magneten und 9 Spulen.

[0016] Fig. 5 Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäß ausgeführten rotatorischen Motors mit 10 Magneten und 9 Spulen.

[0017] Fig. 6 Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäß ausgeführten rotatorischen Motors mit 20 Magneten und 18 Spulen.

[0018] Beim im Fig. 1 dargestellten trivialen Linearmotor ist die induzierte Spannung nicht sinusförmig und der Primärteil des Motormoduls hat 3 magnetische Raststellen bei einer Bewegung über eine Polteilung ( $180^\circ$  el) gegenüber dem Sekundärteil.

[0019] Auch beim in Fig. 2 gezeigten, nicht erfindungsgemäß gestalteten Linearmotormodul treten die gleichen Rastungsprobleme auf, da sich magnetische Raststellen gleichzeitig an um  $720^\circ$  el. versetzten Zähnen des Induktorkammes ausbilden.

[0020] Erst das in Fig. 3 gezeigte erfindungsgemäß Linearmotormodul weist diese Eigenschaft nicht auf. Alle 6 Zähne des Induktorkammes sind gegenüber den Permanentmagneten des Sekundärteiles unterschiedlich versetzt, so daß bei einer Bewegung über eine Polteilung 6 schwache, nicht störende magnetische Rastungen auftreten. Die induzierte Spannung ist größer, da die Dehnung des Zahlabstandes zum Erreichen einer gleichen Zahnteilung im Primärteil gegenüber den im Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten Motormodulen geringer gewählt werden kann. Durch ungradzahliges Magnetzahl ist dieses Motormodul aber nicht für eine Reihung geeignet.

[0021] Das in Fig. 4 gezeigte erfindungsgemäß gestaltete Motormodul mit 10 Magneten im Sekundärteil und 9 Zähnen im Induktorkamm hat durch 9 schwach ausgeprägte magnetische Rastungen bei der Bewegung über eine Polteilung und durch die geringe erforderliche Dehnung der Zahnteilung ideale Eigenschaften hinsichtlich der magnetischen Rastung und der Form sowie der Größe der induzierten Spannung. Durch geradzahlige Magnetanzahl im Sekundärteil ist

dieses Motormodul für eine Anreihung gut geeignet.  
[0022] Einen, auf der Basis des in Fig. 4 dargestellten Li-  
nearmotormoduls, gestalteten rotatorischen Motor zeigt Fig.  
5. Die bei dieser Lösung auftretende radiale Wellendurch-  
biegung durch sich ändernde Stromaufteilung zwischen den 5  
Phasen während einer Periode des Motorstromes wird durch  
den Aufbau eines Motors nach Fig. 6 mit 20 Magneten und  
18 Zähnen am Primärteil auf der Basis von zwei angereihten  
Motormodulen nach Fig. 4 vermieden. Der Aufbau eines ro-  
tatorischen Motors aus mehr als zwei Motormodulen ist 10  
möglich und hat die gleichen Vorteile wie die Lösung nach  
Fig. 6.

## Patentansprüche

15

1. Mehrphasenmotoren mit Wicklungen ohne Spulen-  
überlappung **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere  
Spulen einer Phase nebeneinander und nicht überlap-  
pend als Spulengruppe einer Phase und eine der Pha-  
senzahl der Wicklung entsprechende Anzahl solcher 20  
Spulengruppen ebenfalls nebeneinander ohne Überlap-  
pung ein Motormodul bilden, wobei die Gesamtzahl  
der Spulen ganzzahlig durch die Phasenzahl der Wick-  
lung teilbar und um 1 kleiner als die von dem Motor-  
modul überdeckte Polzahl des Sekundärteiles ist und 25  
die Wicklung des gesamten Motors aus einem oder  
mehreren dieser Motormodule besteht, die auch kon-  
struktiv miteinander verbunden sein können.
2. Mehrphasenmotoren mit Wicklungen ohne Spulen-  
überlappung nach Anspruch 1. dadurch gekennzeich-  
net, daß der mittige Abstand zwischen zwei Spulen-  
gruppen immer genau  $1/3$  des elektrischen Winkels be-  
trägt, welcher durch die durch das Primärteil überdeck-  
ten Pole gebildet wird und die Spulenabstände inner-  
halb der Spulengruppe einer Phase so weit gedehnt 35  
werden, daß sich gleiche Spulenweiten im Motormodul  
und damit auch gleiche Zahndistanzen bei eisenbehafteten  
Primärteilen ergeben.
3. Mehrphasenmotoren mit Wicklung ohne Spulen-  
überlappung nach Anspruch 1. und 2. dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Zahntiefen der Zähne des Primärtei-  
les bei eisenbehafteten Motoren parallel gestaltet wer-  
den.
4. Mehrphasenmotoren mit Wicklungen ohne Spulen-  
überlappung nach Anspruch 1. und 2. dadurch gekenn-  
zeichnet, daß für die Reihung von Motormodulen vor-  
zugsweise solche verwendet werden, deren Primärteile  
eine geradzahlige Polanzahl des Sekundärteiles über-  
decken.
5. Mehrphasenmotoren mit Wicklungen ohne Spulen-  
überlappung nach Anspruch 1., 2. und 4. dadurch ge-  
kennzeichnet, daß für den Aufbau von rotatorischen  
Motoren vorzugsweise mindestens zwei Motormodule  
eingesetzt werden, deren Primärteile eine geradzahlige  
Polanzahl des Sekundärteiles überdecken. 55

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65

**- Leerseite -**

Fig.1

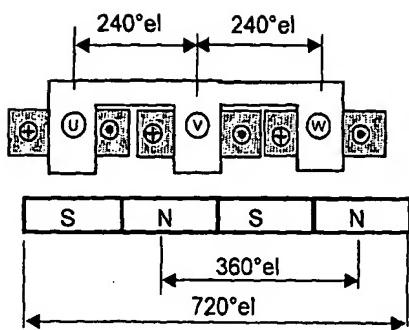
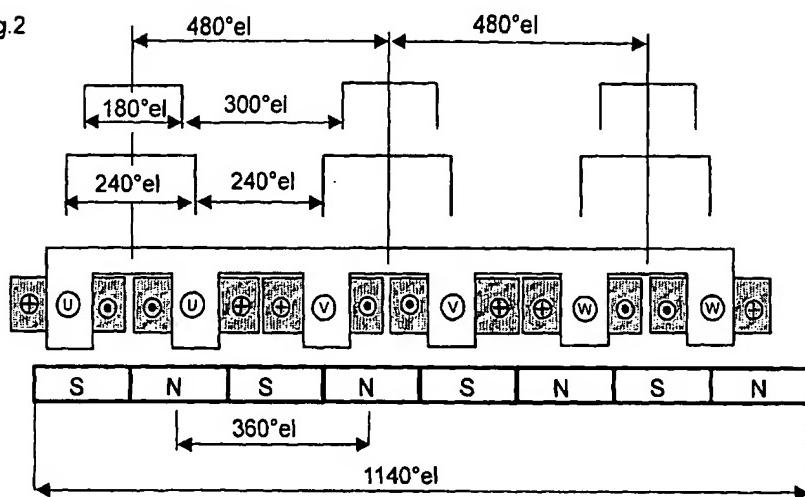


Fig.2



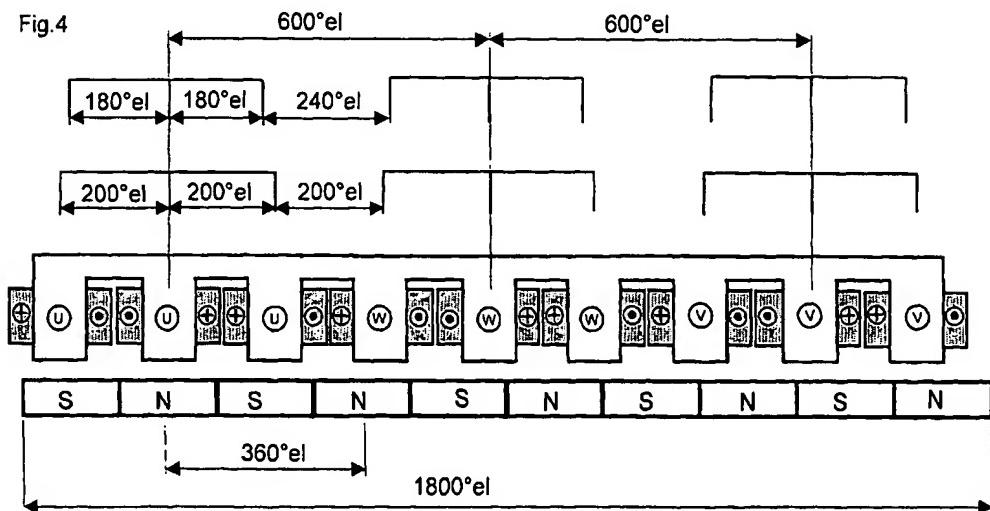
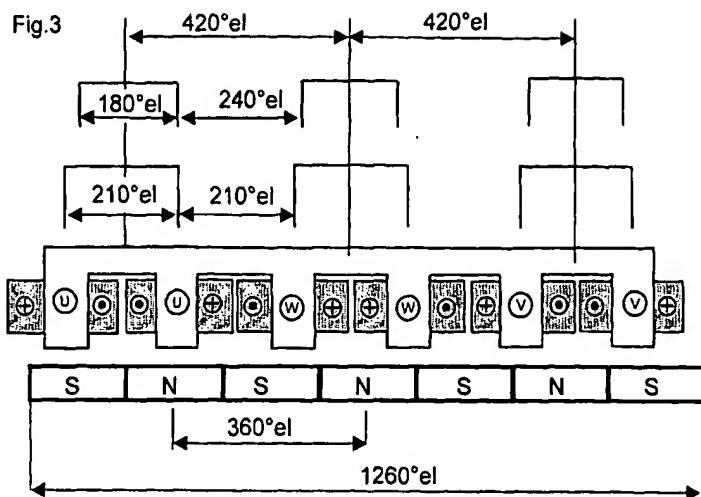


Fig.5

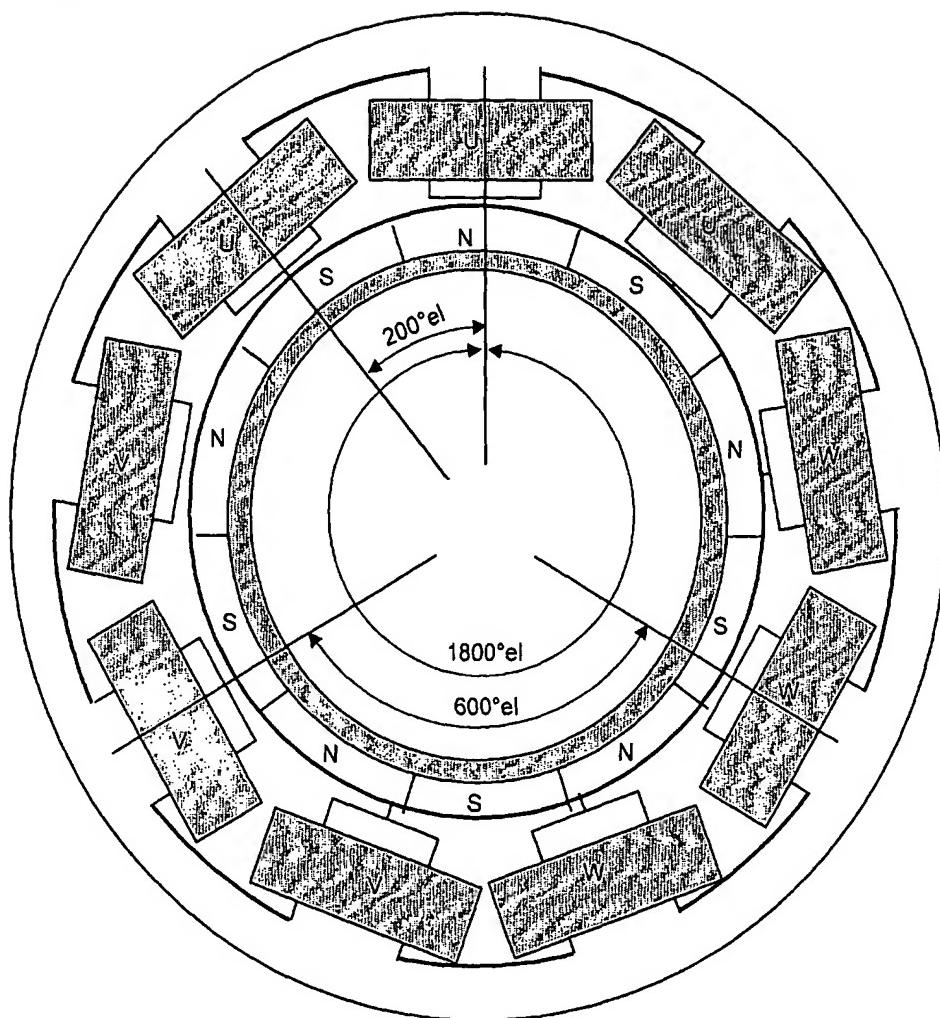
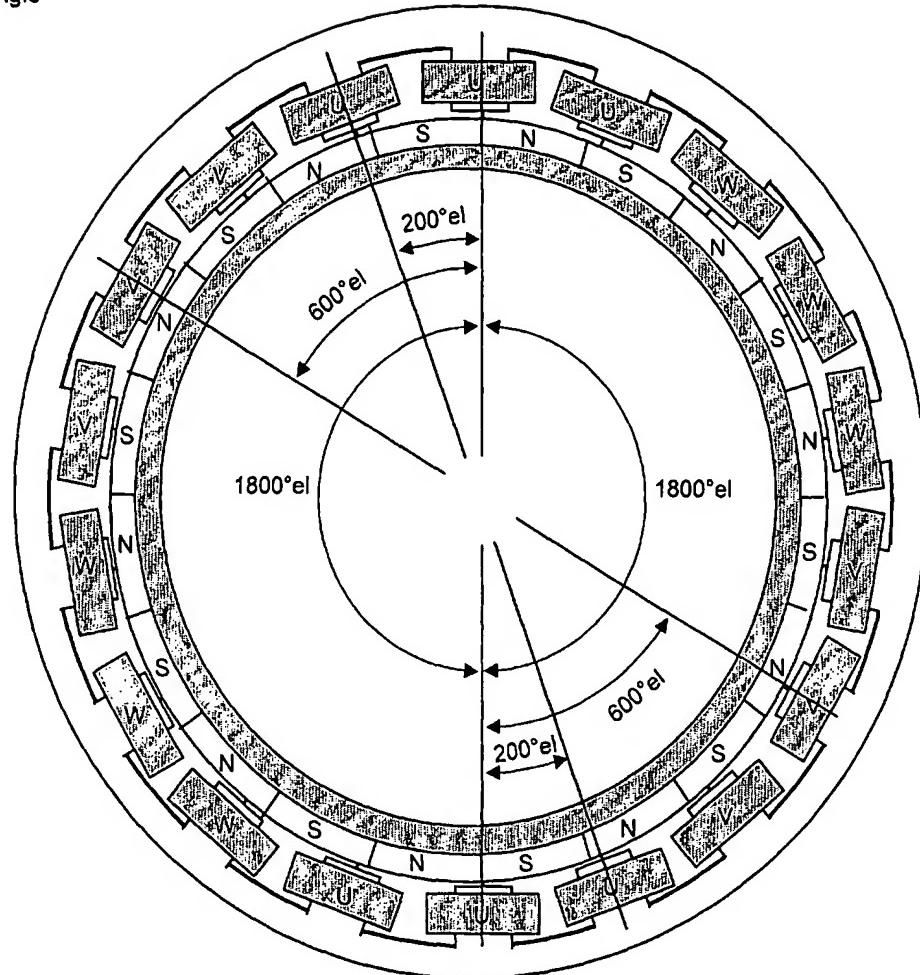


Fig.6



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**